

Equalisation of power distribution to loads e.g. for railway locomotive

Publication number: DE19546495

Publication date: 1997-06-19

Inventor: SCHLINGMANN NORBERT DIPL ING (DE); VOLLMAR WILFRIED ING GRAD (DE)

Applicant: AEG STROMVERSORGUNGS SYST GMBH (DE)

Classification:

- international: **B60L9/00; H02J1/10; B60L9/00; H02J1/10; (IPC1-7):**
H02J1/10; B60L9/00

- European: B60L9/00; H02J1/10

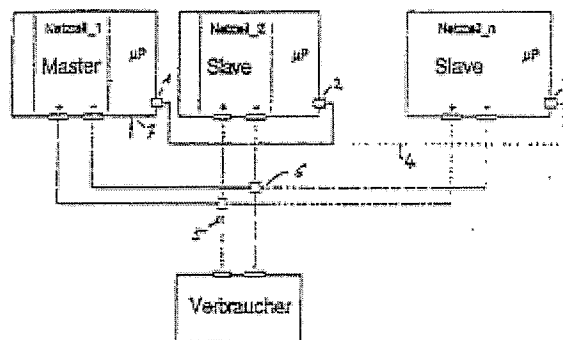
Application number: DE19951046495 19951213

Priority number(s): DE19951046495 19951213

Report a data error here

Abstract of DE19546495

A procedure for an equalised distribution of electrical power to parallel-operated current converters with controllers feeding at least one load has the load supplied with DC. At established points in time, the actual value of the total current is divided by the number of parallel current converters and the result together with a default voltage calculated for the converters is communicated to the controllers to form an internal set-point. The controller of each converter also uses the actual value of its own current forming the control parameter. For the calculation of the default voltage, system data for the load are used as a basis.



Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ Offenlegungsschrift
⑩ DE 195 46 495 A 1

⑤1 Int. Cl.⁸:
H02J 1/10
B 60 L 9/00

②1 Aktenzeichen: 195 46 495.8
②2 Anmeldetag: 13. 12. 95
④3 Offenlegungstag: 19. 6. 97

DE 195 46 495 A 1

⑦1 Anmelder:
AEG Stromversorgungs-Systeme GmbH, 59581
Warstein, DE

⑦2 Erfinder:
Schlingmann, Norbert, Dipl.-Ing., 59602 Rühren, DE;
Vollmar, Wilfried, Ing.(grad.), 59494 Soest, DE

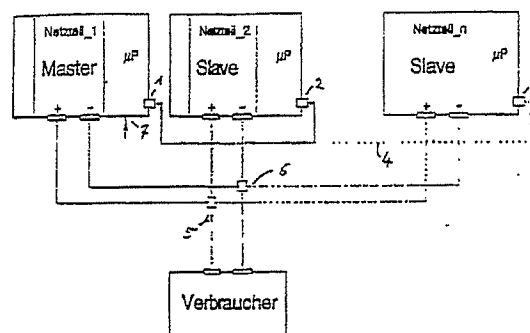
⑤6 Entgegenhaltungen:

DE 38 37 071 C1
DE 36 02 496 C2
DE 35 23 614 C2
DE 43 18 652 A1
US 54 28 524
US 51 64 890

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Schaltungsanordnung und Verfahren für eine gleichmäßige Aufteilung der elektrischen Leistung

⑤7 Beim Parallelbetrieb von Stromrichtern, die als Netzteile (Netzteil_1, Netzteil_2...Netzteil_n) mit Gleichrichtern zur Versorgung eines gemeinsamen Gleichstromverbrauchers ("Verbraucher") ausgerüstet sind, soll eine möglichst gleichmäßige Aufteilung des Stromes auf die Netzteile erreicht werden.
Beim Austausch eines Netzteils soll anschließend - ohne umständlichen Abgleich der Netzteile - ein Betrieb der gesamten Anlage möglich sein, wobei sich automatisch eine gleichmäßige Stromaufteilung einstellt.
Dies läßt sich erreichen über eine programmgesteuerte Regelung. Die Netzteile sind über ein Bussystem 4 miteinander verbunden.



DE 195 46 495 A 1

Die Erfindung betrifft ein Verfahren für eine gleichmäßige Aufteilung der elektrischen Leistung nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 oder des Anspruchs 2 und eine Schaltungsanordnung nach dem Oberbegriff des Anspruchs 5 oder des Anspruchs 6.

Aus der PS 36 02 496 C2 ist eine Schaltungsanordnung mit parallel betriebenen Stromrichtern bekannt. Die Stromrichter weisen Regelungseinrichtungen auf, die dafür sorgen, daß keine Ausgleichsströme zwischen den Stromrichtern fließen. Die Regelung ist also so ausgelegt, daß alle Stromrichter den gleichen Anteil am gesamten Laststrom übernehmen. Diese bekannten Stromrichter sind allerdings Wechselrichter, die gemeinsam einen Wechselstromverbraucher versorgen. Eine programmgesteuerte (Gleich-)Stromaufteilung unter Nutzung eines Bussystems ist aus dieser Schrift nicht bekannt.

Bei der Parallelschaltung von mehreren Gleichrichtern, die als Netzteile gemeinsam eine oder mehrere Lasten versorgen, wird bei praktisch konstanter Gleichspannung eine gleichmäßige Stromaufteilung angestrebt. Wenn die Netzteile keine Steuerung zur gleichmäßigen Aufteilung des Stromes aufweisen, muß bei Inbetriebnahme der Parallelschaltung mit einem Stromabgleich die Aufteilung des Stromes an jedem Netzteil, beispielsweise mit Potentiometern, einzeln eingestellt werden.

Wenn eines der Netzteile ausfällt, muß nach dem Austausch des defekten Gerätes von den Service-Technikern die Parallelschaltung erneut abgeglichen werden, was einen zusätzlichen Aufwand erfordert. Es ist bei einer derartigen Parallelschaltung (ohne digitale Steuerung) eine Genauigkeit der Stromaufteilung von $\pm 10\%$ zu erwarten.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur gleichmäßigen Aufteilung des gesamten Laststromes auf mehrere parallel betriebene Stromrichter zu schaffen, bei dem auch im Anschluß an einen Geräte austausch kein manueller Stromabgleich erforderlich ist und bei dem die Genauigkeit für die Stromaufteilung besonders hoch ist.

Eine weitere Aufgabe besteht darin, eine Schaltungsanordnung zur Erzielung einer derartigen gleichmäßigen Stromaufteilung bereitzustellen.

Diese Aufgaben werden erfindungsgemäß gelöst durch ein Verfahren nach Anspruch 1 oder 2 und durch eine Schaltungsanordnung nach dem Anspruch 5 oder 6.

Bei den Verfahren nach den Ansprüchen 1 oder 2 lassen sich Genauigkeiten für die Aufteilung des Stromes auf die parallel betriebenen Stromrichter von $\pm 1\%$ erreichen.

Es ist möglich, den durch jeden Stromrichter zu der Last fließenden Gleichstrom über eine (leichte) Verstellung der Ausgangsspannung zu verändern; es wird dann der Ausgangsstrom mittels der Ausgangsspannung geregelt.

Gemäß Anspruch 6 kommt als eine Last beispielsweise eine aufladbare Batterie in Frage. Als (zusätzliche oder einzige) Last könnte eine mit Gleichstrom arbeitende Beleuchtungseinrichtung vorhanden sein.

Weitere bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung sind in den übrigen Unteransprüchen gekennzeichnet.

Eine Verwendung der Schaltungsanordnung ist im Anspruch 9 definiert.

Im folgenden werden Ausführungsbeispiele der Erfin-

dung anhand zweier Zeichnungen, aus denen sich weitere Einzelheiten und Vorteile ergeben, näher beschreiben.

Es zeigen:

Fig. 1 eine Schaltungsanordnung mit n parallel betriebenen Netzteilen, die einen gemeinsamen Verbraucher versorgen und

Fig. 2 eine Schaltungsanordnung mit 3 parallel betriebenen Netzteilen und einer zusätzlichen Master-Einheit.

In Fig. 1 sind oben nebeneinander n baugleiche Netzteile, nämlich Netzteil 1, Netzteil 2 ... Netzteil n dargestellt, die jeweils über eine Schnittstelle 1, 2 und 3 für einen Austausch von digitalen Daten an ein gemeinsames Bussystem 4 angeschlossen sind. An dieses Bussystem 4 können praktisch beliebig viele Netzteile angeschlossen werden.

Die Netzteile enthalten jeweils einen Gleichrichter, dessen positiver Spannungsausgang (+) bei jedem Netzteil durch ein Pluszeichen und dessen negativer Spannungsausgang (−) durch ein Minuszeichen gekennzeichnet ist. Die positiven Spannungsausgänge (+) sind elektrisch miteinander verbunden und zu einer positiven Verbraucherzuleitung 5 geführt und die negativen Spannungsausgänge (−) zu einer negativen Verbraucherzuleitung 6.

Alle Netzteile werden aus einem (nicht dargestellten) Wechselstromnetz (oder aus einem Drehstromnetz) gespeist.

Jedes Netzteil weist eine Regelungseinrichtung für seinen Ausgangsstrom auf, die durch einen Mikroprozessor μP und ein von diesem gesteuertes Programm realisiert wird.

Eines der Netzteile, und zwar das Netzteil 1, dient als Master-Einheit. Die Master-Einheit erhält über eine eigene Schnittstelle 7 von Sensoren Systemdaten. Diese Systemdaten werden mittels Sensoren beim Verbraucher (Last) erfaßt; im Falle einer aufladbaren Batterie als Verbraucher könnten diese Systemdaten beispielsweise der Batteriestrom und/oder die Batterietemperatur sein.

Aus diesen Systemdaten ermittelt die Master-Einheit einen Spannungsvorgabewert, der — als Digitalwert — über das Bussystem 4 an alle anderen parallel betriebenen Netzteile (Netzteil 2 ... Netzteil n), die als Slave-Einheiten dienen, übermittelt wird.

Regelmäßig nach 200 ms, also in einem festen Zeitakt, werden von den einzelnen Netzteilen die Istwerte ihrer Ausgangsströme gemessen und — soweit sie von den Slave-Einheiten stammen — über das Bussystem 4 an die Master-Einheit übermittelt. Diese bildet durch Addition der Istwerte (einschließlich des Istwertes des eigenen Stromes) eine Summe und dividiert sie durch die Anzahl n der parallel betriebenen Netzteile. Das Ergebnis ist ein Mittelwert für den Ausgangsstrom, der zur Erzielung einer gleichmäßigen Stromaufteilung von jedem Netzteil eingestellt werden muß.

Dieser Mittelwert wird über das Bussystem 4 allen Slave-Einheiten übermittelt.

Jede Slave-Einheit bildet anschließend — programmgesteuert und unabhängig von den anderen — aus diesem Mittelwert und dem erwähnten (von der Master-Einheit aus den Systemdaten berechneten) Spannungsvorgabewert einen Sollwert für die eigene Regelungseinrichtung. Die Regelung der Ausgangsströme besteht nun darin, daß jede Slave-Einheit über eine Verstellung ihrer Ausgangsspannung sich schrittweise (mit einer Nachregelung von einem Regelungszyklus zum nächsten Regelungszyklus) dem von der Master-Einheit

empfangenen Mittelwert des Ausgangsstromes zu nähern versucht.

So führt beispielsweise eine (geringfügige) Erhöhung der Ausgangsspannung an nur einer Slave-Einheit zu einer Erhöhung Ihres Ausgangsstroms und einer Verminderung des Ausgangsstroms an den anderen Netzteilen (einschließlich der Master-Einheit), wobei eine gleichbleibende Last vorausgesetzt wird.

Die Ausgangsspannung der Master-Einheit bleibt bei der Regelung konstant, ihr Ausgangsstrom wird durch eine Verstellung der Ausgangsspannungen der Slave-Einheiten (automatisch) an den Mittelwert angepaßt. Das Netzteil mit der größten Ausgangsspannung gibt nämlich (aufgrund physikalischer Gesetzmäßigkeiten zwangsläufig) den größten Strom ab und das Netzteil mit der niedrigsten Ausgangsspannung den geringsten Strom.

Bei einem Übergang von einem Regelungszyklus zum nächsten kann sich stets — in Abhängigkeit insbesondere von der Veränderung der Systemdaten und des in den Verbraucher fließenden Gesamtstromes (Änderung der Last) — nach der Berechnung ein anderer Sollwert für die Regelung ergeben.

Im Falle von genau zwei parall betriebenen Stromrichtern ($n = 2$) ist es möglich, daß die Slave-Einheit (statt der Master-Einheit, wie zuvor beschrieben) den arithmetischen Mittelwert der Ströme (der beiden Stromrichter) bildet. Die Slave-Einheit verändert (geringfügig) — mittels ihrer eigenen Regeleinrichtung und unter Berücksichtigung des Spannungsvorgabewertes der Mastereinheit — ihre Ausgangsspannung, um schrittweise (von Regelungszyklus zu Regelungszyklus) ihren Ausgangsstrom (und damit zwangsläufig auch den Ausgangsstrom der Master-Einheit) an den errechneten Mittelwert anzupassen.

Die Ausgangsströme, die bei allen Netzteilen (einschließlich der Master-Einheit) gleich groß sein sollen, werden also über die Ausgangsspannung(en) der Slave-Einheit(en) geregelt.

Fig. 2 zeigt eine Abwandlung der Schaltungsanordnung nach der Fig. 1. Gleiche Teile sind in beiden Fig. mit den gleichen Bezugszeichen versehen. Es werden genau drei baugleiche Netzteile, nämlich Netzteil 1, Netzteil 2 und Netzteil 3, parallel an einem nicht dargestellten Wechselstromnetz (oder Drehstromnetz) betrieben. Die Netzteile weisen jeweils einen Gleichrichter auf und haben einen positiven und einen negativen Spannungsausgang (+, -).

Die (mit jeweils einem Mikroprozessor μP ausgerüsteten) Netzteile sind — wie bei der Schaltungsanordnung nach Fig. 1 — über ein gemeinsames Bussystem 4 miteinander verbunden.

Der wesentliche Unterschied zu der Schaltungsanordnung nach Fig. 1 besteht darin, daß die Master-Einheit nicht parallel zu den als Slave-Einheiten dienenden Netzteilen betrieben wird und ebenfalls zur Versorgung der Last beiträgt, sondern als eigenständiges Gerät lediglich Datenverarbeitungsfunktionen ausführt und daher keinen Gleichrichter zur Versorgung des Verbrauchers aufweist.

Die Master-Einheit weist eine Schnittstelle 7' auf, über die — wie bei der Schnittstelle 7 in Fig. 1 — Systemdaten von Sensoren zur Master-Einheit übermittelt werden.

Die Master-Einheit berechnet — in Übereinstimmung mit der aus Fig. 1 — aus den Systemdaten einen Spannungsvorgabewert und aus den Istwerten der aus den Netzteilen fließenden Gleichströme einen Mittel-

wert. Der Spannungsvorgabewert und der Mittelwert werden an die Netzteile übermittelt, die daraus jeweils einen Sollwert für ihre interne Regelungseinrichtung berechnen.

Die Sensoren, die den Batteriestrom und die Batterietemperatur erfassen und als Systemdaten an die Master-Einheit leiten, sind nicht dargestellt.

Die Last in Fig. 2 weist eine Beleuchtungseinrichtung 7 und eine aufladbare Batterie auf, die gemeinsam an die Versorgungszuleitungen 5 und 6 angeschlossen sind.

Der in den Verbraucher fließende Gesamtstrom kann zum einen ermittelt werden aus Meßwerten, die in den Netzteilen aufgenommen und an die Master-Einheit übermittelt werden oder aus einer Messung des Gesamtstromes in den Verbraucherzuleitungen.

Auch bei dieser Ausführungsform werden die Istwerte zyklisch gemessen, so daß auch der Spannungsvorgabewert zyklisch angepaßt werden kann.

Patentansprüche

1. Verfahren für eine gleichmäßige Aufteilung der elektrischen Leistung auf parallel betriebene, mindestens eine gemeinsame Last speisende, jeweils eine Regelungseinrichtung aufweisende Stromrichter, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Last von den Stromrichtern mit Gleichstrom versorgt wird, daß zu festgelegten Zeitpunkten der Istwert des gesamten Gleichstroms durch die Anzahl der parallel betriebenen Stromrichter dividiert und das Ergebnis zusammen mit einem zentral für die Stromrichter errechneten Spannungsvorgabewert den Regeleinrichtungen der Stromrichter zur Bildung eines internen Sollwertes übermittelt wird, daß die Regelungseinrichtung eines jeden Stromrichters zusätzlich den Istwert des eigenen, die Regelgröße bildenden Stromes aufnimmt und daß für die Errechnung der Spannungsvorgabewerte Systemdaten der Last zugrundegelegt werden.

2. Verfahren für eine gleichmäßige Aufteilung der elektrischen Leistung auf parallel betriebene, mindestens eine gemeinsame Last speisende, jeweils eine Regelungseinrichtung aufweisende Stromrichter, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Last von den Stromrichtern mit Gleichstrom versorgt wird, daß genau zwei parallel betriebene Stromrichter vorhanden sind, daß zu festgelegten Zeitpunkten einer der beiden Stromrichter, der als Master-Einheit dient, einen errechneten Spannungsvorgabewert und den Istwert seines Gleichstromes der Regelungseinrichtung des anderen, als Slave-Einheit dienenden Stromrichters übermittelt, daß anschließend in der Slave-Einheit der arithmetische Mittelwert aus dem empfangenen Istwert und dem Istwert des eigenen Gleichstromes gebildet wird, daß dann aus diesem Mittelwert und dem Spannungsvorgabewert der Master-Einheit ein Sollwert für die Regeleinrichtung gebildet wird und daß für die Errechnung des Spannungsvorgabewertes Systemdaten der Last zugrundegelegt werden.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß zwischen den festgelegten Zeitpunkten jeweils der gleiche zeitliche Abstand liegt.

4. Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß der zeitliche Abstand 50 bis 250 ms beträgt.

5. Schaltungsanordnung mit parallel betriebenen, mindestens eine gemeinsame Last speisenden

Stromrichtern mit jeweils einer Regelungseinrichtung für den Strom, insbesondere zur Ausführung eines Verfahrens nach Anspruch 1, 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Stromrichter jeweils einen Mikroprozessor (μP) und eine Schnittstelle (1, 2, 3) für einen Datenaustausch über ein gemeinsames Bussystem (4) aufweisen, daß mindestens zwei der Stromrichter jeweils einen Gleichrichter zur Speisung der Last enthalten, daß eine Master-Einheit Bestandteil der Schaltungsanordnung ist, die zu festgelegten Zeitpunkten zum einen den Wert des auf jeden parallel betriebenen Stromrichter entfallenden Anteils des gesamten Gleichstroms und zum andern einen Spannungsvorgabewert aus über eine Schnittstelle (7, 7') aufgenommenen, von der Last abhängigen Systemdaten erhält und daß die einen Gleichrichter enthaltenden Stromrichter unter Einbeziehung des Spannungsvorgabewertes der Master-Einheit und des ermittelten Anteils des gesamten Gleichstroms einen Sollwert für ihre Regelungseinrichtung bilden und daß die Master-Einheit entweder eines der parallel betriebenen Stromrichter ist oder eine eigene Baueinheit der Schaltungsanordnung ohne Verbindung zur Last.

6. Schaltungsanordnung mit parallel betriebenen, mindestens eine gemeinsame Last speisenden Stromrichtern mit jeweils einer Regelungseinrichtung für den Strom, insbesondere zur Ausführung eines Verfahrens nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß genau zwei Stromrichter parallel betrieben werden, daß die Stromrichter jeweils einen Mikroprozessor (μP) und eine Schnittstelle (1, 2, 3) für einen Datenaustausch über ein gemeinsames Bussystem (4) aufweisen, daß die Stromrichter jeweils einen Gleichrichter zur Speisung der Last enthalten, daß einer der beiden Stromrichter als Master-Einheit dient und zu festgelegten Zeitpunkten von der Last abhängige Systemdaten zur Bildung eines Spannungsvorgabewertes erhält, daß die Master-Einheit dem parallel betriebenen, als Slave-Einheit dienenden Stromrichter zu festgelegten Zeitpunkten den Istwert des eigenen Stromes und den Spannungsvorgabewert übermittelt, daß die Slave-Einheit aus dem Strom-Istwert der Master-Einheit und aus dem eigenen Strom-Istwert den arithmetischen Mittelwert bildet und aus diesem Mittelwert und dem empfangenen Spannungsvorgabewert einen Sollwert für seinen Regelkreis ermittelt und daß die Slave-Einheit ihren Ausgangsstrom durch gezielte Änderung ihrer Ausgangsspannung — mittels ihrer Regeleinrichtung dem arithmetischen Mittelwert schrittweise nähert.

7. Schaltungsanordnung nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß als eine Last mindestens eine aufladbare Batterie vorhanden ist und daß als Systemdaten Batteriestrom und -temperatur erfaßt werden.

8. Schaltungsanordnung nach einem der Ansprüche 5 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Istwert für den gesamten Gleichstrom über ein Strommeßgerät in einer zentralen Versorgungszuleitung zu der Last gemessen und über eine Datenleitung an die Master-Einheit übermittelt werden.

9. Verwendung einer Schaltungsanordnung nach einem der Ansprüche 5 bis 8 in einer Lokomotive oder in einem Wagen eines Schienenfahrzeugs.

- Leerseite -

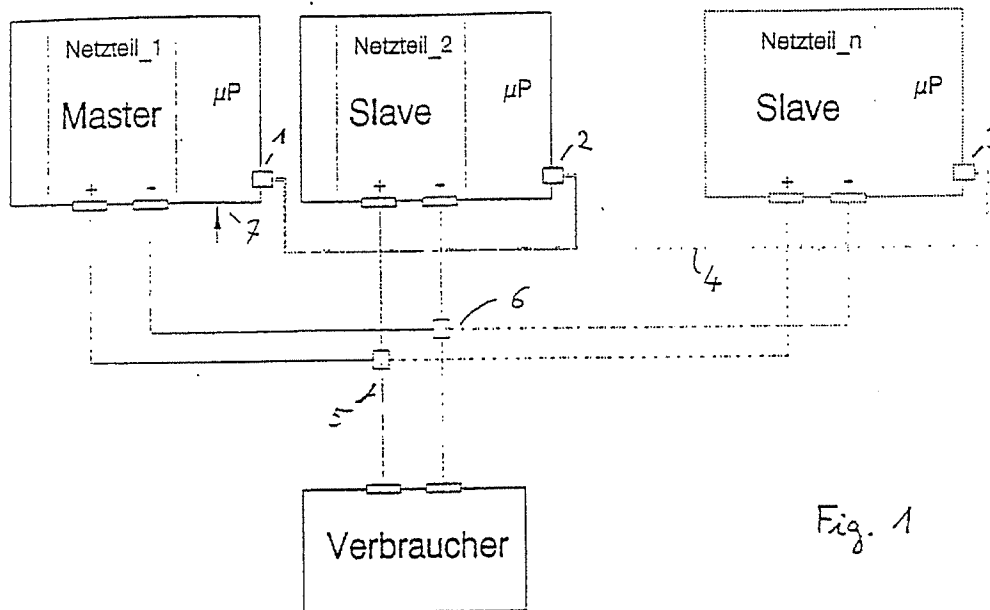


Fig. 1

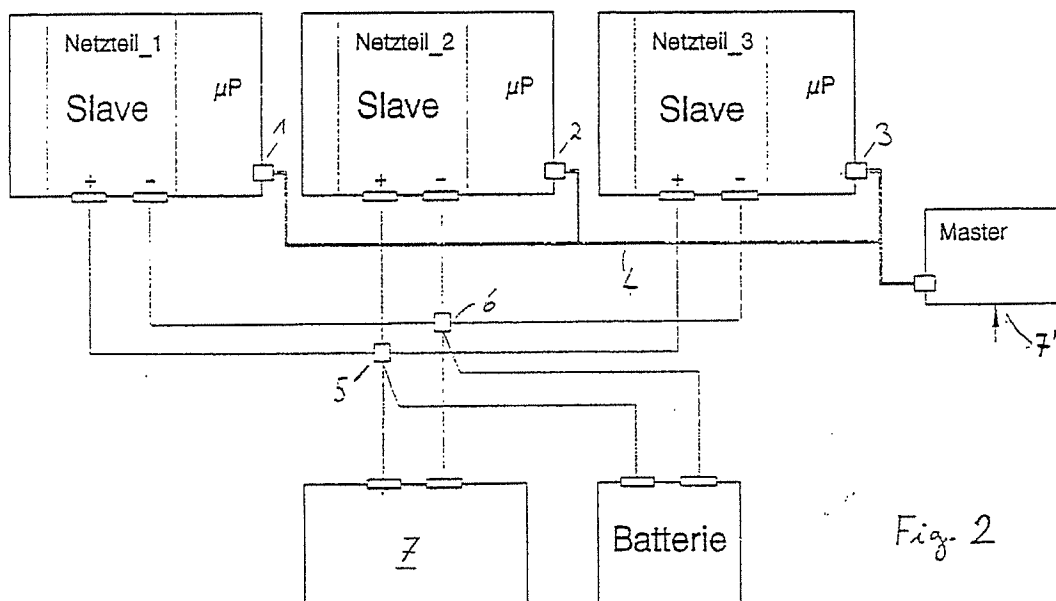


Fig. 2